落花生箱型乾燥機之應用模式探討

陳韋誠[1]、黃明仕[1]、盛中德[2]

[1]國立中興大學生物產業機電工程學系 研究助理
[2]國立中興大學生物產業機電工程學系 教授

摘要

國內落花生生產採收一貫化收穫，花生鮮莢含水率高達 50%以上，大多以日曬方式乾燥至含水率低於 12%，本研究以目前國內穀物乾燥常用的箱型乾燥機進行試驗，根據落花生乾燥需求及特性，探討其可行的應用模式，並建立落花生莢果之標準化乾燥作業模式，供為落花生業者利用此設備進行落花生乾燥時之重要參考。並在傳統落花生乾燥流程中導入均質作業，以提高乾燥品質兼顧能源效益，另開發具乾燥功能之太空包以提高落花生進出倉的方便性，亦可提高乾燥機之使用效率，改善傳統落花生乾燥對人工依賴度及天候因素造成品質損失等問題，以降低生產成本，促進國產落花生產業發展。

關鍵詞：箱型乾燥機、落花生鮮莢果、乾燥、均勻性。

一、前言

台灣因高濕環境，落花生皆採一貫化採收方式，故落花生收穫後之新鮮生莢果含水率相當高，須迅速乾燥至安全水分含量，再作均質等後續的處理，最後將落花生莢果水分含降至安全儲藏含水率12%以下，以確保乾燥品質，並避免發霉，衍生黃麴毒素。傳統落花生乾燥採以人工日曬乾燥方式，或輔以網袋平倉式乾燥機或設施進行落花生鮮莢果乾燥作業，機械化程度不高需要很多人工及勞力配合進行。又春作落花生收穫期約在每年的6-7月，適值國內梅雨季及多颱風季節，造成傳統日曬方式乾燥落花生的困難，若下雨時來不及覆蓋更會造成農民嚴重的損失。再加上農村人口老化，多數年輕人往城市發展，造成花生田耕作人力不足，進而產生花生田無人耕種問題。而國外的落花生乾燥條件無法直接使用於國內，如乾燥溫度及均質作業效率等，皆需進一步提升改良。

落花生乾燥主要是利用加熱之低相對濕度空氣，傳遞熱能至乾燥物料，使物料內部產生溫度梯度與內部蒸氣壓力梯度，讓水分由內部擴散到表面，再透過蒸發或通風的對流作用自落花生表面取走水分，只要內部蒸氣壓力高於表面蒸氣壓力時，水分便能夠蒸發出來(參考圖1)。由於花生仁質地緊密，所含水份難以液態形式傳遞，一般先要將莢殼表面的水份汽化後再由乾燥的空氣帶走。在乾燥過程中，莢殼表面水份首先被蒸發，而致表面水份含量降低，但果仁水份仍高，於是仁的水份逐漸向外擴散，此種擴散現象與表面水份蒸發的型態不同，其擴散速率非常緩慢，尤其在乾燥末期，此種現象更為明顯。又其乾燥因果仁受其外殼保護，乾燥空氣無法直接與果仁接觸，如此快速水分傳遞的熱傳作用不及果仁，

果仁的乾燥機制主要為利用擴散將水分由果仁傳至外殼，空氣再由外殼將傳出的水氣帶走，而熱量亦是依此模式進行，如熱量先傳給外殼，再由外殼將吸入的熱量傳給果仁，此種質熱傳特性，基本上限制了乾燥速度，增加通風量乾燥速率的提昇有限，而增加乾燥溫度雖可有效提昇乾燥速率，但對果仁的品質傷害很大，果仁的外殼同時也具有保護黃麴毒素侵入的機制，且田間採收回來之落花生鮮莢果之果仁與莢殼間尚未分離，故落花生的乾燥一般是整顆鮮莢果進行。

落花生乾燥美國設定為落花生莢果含水率在10%，而有些研究顯示乾燥完成的設定應為落花生仁含水率在13%以下，通常黃麴毒素以在13~18%時發育最為旺盛，故此有利長期貯藏，對供油炸用途的落花生，因油炸作業的需求，貯藏期可能長達1年，故一般可以莢果濕基含水率10%為安全貯藏含水率的參考標準;但是食用落花生則多認為以不超過六個月較為適當,故最好不要低於12%,因若低於12%則裂果會增加,尤其維吉尼亞種(Virginia Variety)對過乾特別敏感，裂果率很高。落花生在貯藏期間的品質受含水率的影響相當大，所以乾燥作業乃成為品質保持最重要的一項工作。

為因應未來落花生乾燥中心作業特性與需求，本研究乃針對目前國內常用的箱型乾燥機進行試驗,將均質作業導入國內落花生乾燥流程,利用已開發之去除土粉機械進行去土，另開發快速進出料之落花生莢果太空包式乾燥容器；同時建立落花生莢果乾燥標準化作業模式，提昇落花生鮮莢乾燥效率及乾燥的均勻性，改善傳統落花生乾燥對人工依賴度及易因天候因素造成品質損失等問題。

二、材料與方法

(一)試驗材料：

落花生鮮莢果，由雲林產地採收後直接運送至乾燥場所。

(二)試驗設備：

1.去土設備

落花生鮮莢去土設備，由中興大學研製，包括進料、雙層式去土振篩機(上層去除大土塊及藤蔓、下層去除小粉粒)及輸送設備(如圖2)。

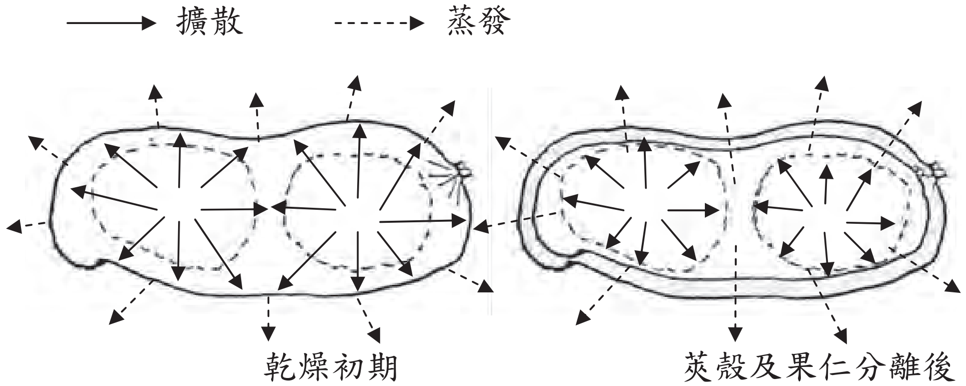

圖1 落花生莢果水分之轉移情形

2.箱型乾燥機

箱型穀物乾燥機(3x3公尺通風底板)，包括平面式乾燥機、具熱風回收乾燥機及槽座式乾燥機等(圖3)。

3.乾燥容器

包括一般小網袋、具乾燥功能太空包(含通風底座，圖4)及散裝方式。每個太空包長、寬、高尺寸分別為90、90及120公分，落花生鮮莢果充填高度為80公分約200-250公斤。

(三)試驗方法：

落花生機械化乾燥試驗流程及所需設備器材(參考圖5)。乾燥模式包括小網袋裝、太空包裝及散裝式。乾燥條件：(1)以50℃熱風乾燥12小時，以快速去除花生莢水分。(2)均質(覆蓋帆布靜置)6小時。(3)以45℃熱風乾燥12小時。(4)均質6小時。(5)以40℃為上限乾燥到結束。

圖2 落花生鮮莢果去土設備

(a)平面式　(b)具熱風回收式　(c)槽座式

圖3 國內穀物乾燥常用之箱型乾燥機

三、結果與討論

本乾燥試驗的取樣點依相關研究，規劃為落花生堆置的上層，使用太空包容器時取中間及4個角落共5點，使用小網袋容器時因乾燥的落花生不能踩踏，故取前方左右共2點，用以觀察乾燥期間落花生的含水率及溫濕度變化及判定乾燥終止時間(參考圖6)。

圖4 具乾燥功能太空包及通風底座

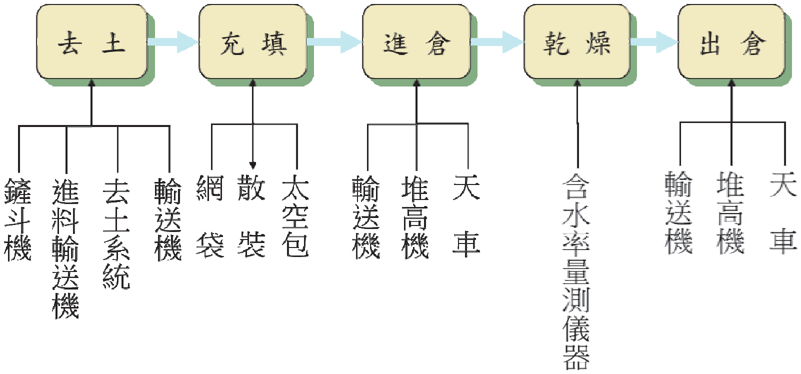

圖5 落花生機械化乾燥流程及設備器材

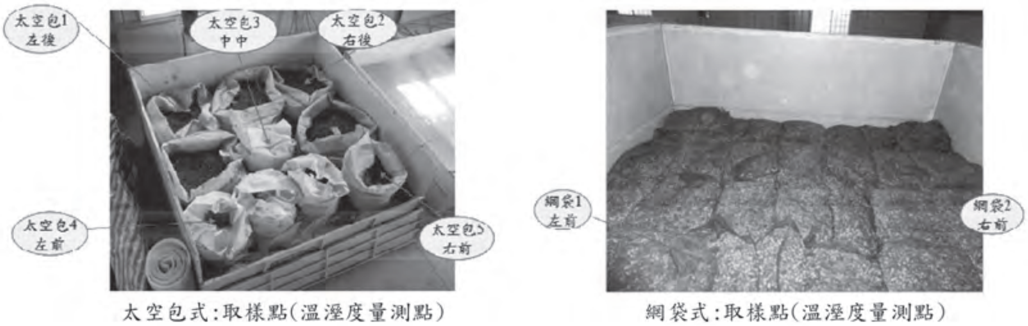

圖6 取樣點說明

乾燥期間落花生的含水率變化如圖7所示。均質作業的目的即在使乾燥機上下層的含水率趨於均勻，並使水分由花生仁向殼移動。試驗結果均質會使上層(取樣點)落花生含水率略上升，並較均勻，達到預期效果。導入均質作業的乾燥模式總乾燥時間並不會增加，因均質期間利用帆布覆蓋的餘熱仍有乾燥效果。由圖7可知總乾燥時間在2天內(42小時)即可將莢花生的含水率乾燥至10%以下。

乾燥期間各量測點溫度變化如圖8所示。開機前先行通風以防熱累積約8小時。均質期間上層落花生溫度有上升的現象，或先上升後下降，此為均質初期落花生莢吸收水分時之放熱現象，部分未及吸收且溫度較高之分分會附著在覆蓋帆布下方。由圖8亦可看出，乾燥過程上層落花生的溫度會逐漸上升，最後會趨近熱風設訂溫度，代表落花生莢果外殼水分已被帶走，此時即應該進行均質作業。

箱型乾燥機三種應用模式之進出倉特性：(1)平面式乾燥機搭配網袋。小網袋包裝之裝袋與鋪置於乾燥機內均需耗費一定的人力，進出倉可用一些輸送設備輔助。進出倉人力需求中等。(2)熱風回收式乾燥機作散裝乾燥。散裝方式乾燥進倉容易，惟出倉主要仰賴人工，目前可用的進出倉輔助機具有限，如皮帶輸送機。出倉人力需求高。(3)槽座式乾燥機搭配太空包。 利用乾燥太空包乾燥，研發具乾燥功能太空包每個約可裝二百至二百五十公斤濕落花生，進出倉可以堆高機輔助，進出倉效率高，但乾燥倉的通風底板必須有通風的輔助設備。進出倉人力需求低(參考圖9)。

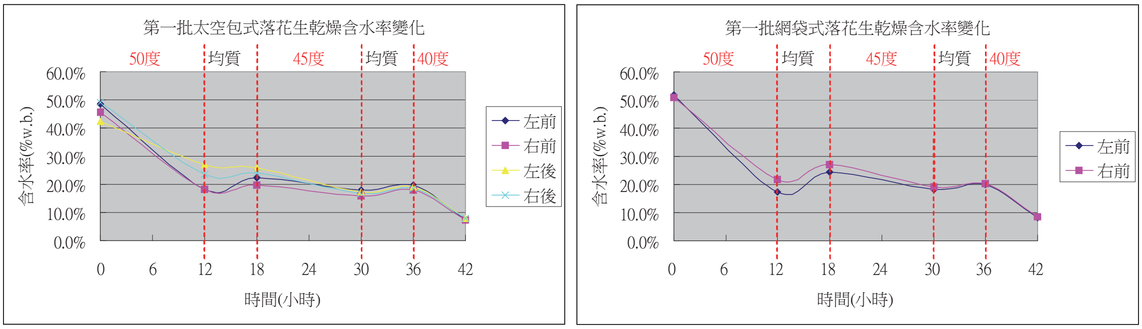

圖7 落花生鮮莢果乾燥期間含水率變化

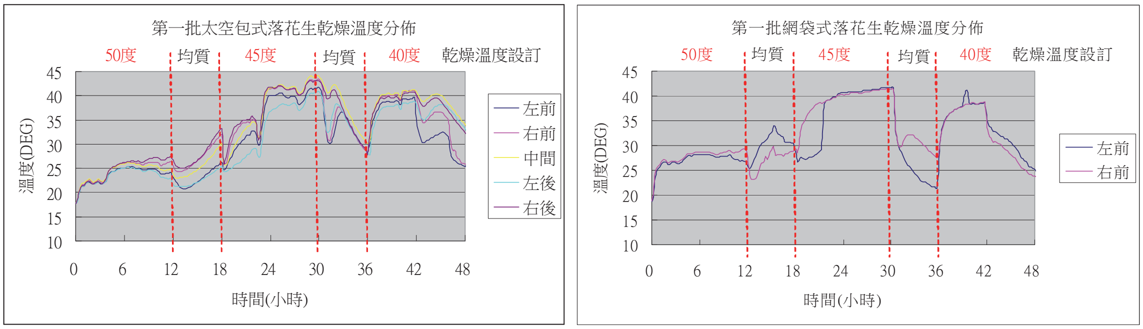

圖8 落花生鮮莢果乾燥期間各量測點的溫度變化

圖9 利用堆高機進行乾燥太空包的出倉作業情形

利用燃油式乾燥機進行乾燥後落花生(含太空袋及網袋堆疊)，乾燥後的重量為2,154公斤，在落花生乾燥前進行去土作業時，所耗用電量為1.5度，若以電價每度電為2.52元計，落花生去土成本0.0011元/台斤；乾燥過程中所耗電量為187度，換算成落花生乾燥用電成本則為0.13元/台斤；此批落花生乾燥過程中所耗費之油量為280公升，若以當時油價為每公升26.7元計，換算落花生乾燥用油成本則為2.08元/台斤；因此，以燃油式乾燥機進行落花生乾燥所需之成本，初步概估為2.22元/台斤(此成本未納入人工成本進行計算)。能源效益:燃油式乾燥機之能源效率:每100台斤用電量：5.25度，每100台斤用油量：7.8公升。

落花生箱式均質乾燥之SOP：落花生進乾燥場所暫存→去土裝袋→初乾作業(至莢殼含水率低於25%)→乾燥及均質作業(至莢果含水率低於12%)。所擬訂之落花生乾燥標準作業流程已由農糧署公告供農民參考。

四、結論

目前落花生鮮莢果之去土作業，使用本研究開發之去土設備已有大幅度的改進，可有效去除土塊及泥沙，惟對藤蔓及子房柄之去除仍需仰賴人工進行，而此些雜物仍會大幅影響去土作業效率，仍待進一步研究去除機械。

本研究導入均質作業於落花生乾燥，實驗證明均質作業可降低上下乾燥層落花生莢果之含水率差異，並縮短乾燥全程所需時間，均質期間不通風更具節能效果，且可避免落花生乾燥過度而花生仁造成脫皮之狀況，維持乾燥成品之品質，值得推廣應用。乾燥均質作業為國內落花生乾燥必需的作業程序，故本研究將均質作業導入，此與國外兩段式收穫最大的差異。惟適合國內落花生乾燥之均質作業所需的時間仍尚未確立，有待進一步研究。均質作業必須注意溫度的維持。均質作業應以完全覆蓋不通風方式進行(參考圖10)。若採用的乾燥機有熱風回收機制，可進行微量通風。

圖10 落花生乾燥之均質作業情形

五、參考文獻

1. 尤瓊琦、陳俊明、雷震寰。1992。落花生乾燥機之基礎研究。農林學報 41(1):67–82。
2. 尤瓊琦、陳俊明、雷震寰。1994。落花生乾燥之研究。農林學報 43(3):43–53。
3. 林維新、梁敦皓、吳信賢、黃子倫、黃柏鈞。2009。落花生乾燥自動化技術。國立虎尾科技大學學報，28卷2期: 11–17。
4. 盛中德。2002。油車合作農場稻殼燃燒爐蒜頭乾燥報告。
5. 黃山內等。1999。落花生專輯。台南區農業改良場技術專刊 98:88–102。
6. 雷震寰。1993。落花生分段式熱風乾燥方法之研究。碩士論文。台中:國立中興大學生物產業機電工程學系。
7. Lewis, M. A. 2011. Optimization of Peanut Drying, Utilizing a Microwave Moisture Meter in the Implementation of a Feedback Controlled System (Doctoral dissertation, University of Georgia).
8. Whitaker, T. B., & Young, J. H. 1972. Simulation of moisture movement in peanut kernels: evaluation of the diffusion equation. Transaction of the ASAE, 15(1):163–166.
9. Young, J. H., Whitaker, T. B., Blankenship, P. D., Brusewitz, G. H., Troeger, J. M., Steele, J. L., & Person Jr, N. K. 1982. Effect of oven drying time on peanut moisture determination. Transactions of the ASAE, 25(2):491–495.

The Study of Application Mode for Peanut Fresh Pod Cabinet Dryer

Wei-Cheng Chen[1], Ming-Shi Huang[1], and Chung-Teh Sheng[2]

[1] Research Assistant, Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Chung Hsing University

[2] Professor, Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Chung Hsing University

Abstract

Peanut has been harvest consistent production operation in Taiwan. However, peanuts fresh pod moisture content up to 50%, most of the way by the sun to dry to the moisture content of less than 12%. The bin dryer commonly be used in the grain drying in the study. According to the characteristics and needs of peanut drying, we explore its possible application mode and establish the standard operation mode of the peanut drying. The mode offered an important advantage of this device reference for the peanut industry when the peanut drying. In order to improve the drying quality and energy efficient, we introduce uniformity operations during traditional peanut drying process. Further development of the bulk bag with a drying function improves the convenience for peanuts out of warehouses that can improve the efficiency of the dryer. In addition to lower production costs, it can improve the traditional peanut drying to depend on artificial, the weather factors, quality loss and other issues to promote develop the peanut industry.

Keywords: Cabinet Dryer, Peanuts Fresh Pod, Drying, Uniformity.